

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



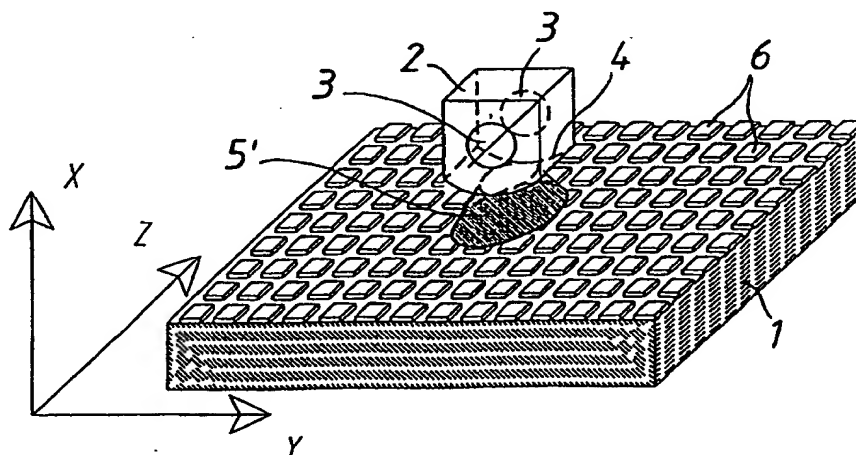
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶: B23K 1/005	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/26754 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. Juni 1999 (03.06.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/07432 (22) Internationales Anmeldedatum: 19. November 1998 (19.11.98) (30) Prioritätsdaten: 197 51 352.2 20. November 1997 (20.11.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): LEICA GEOSYSTEMS AG [CH/CH]; Postfach, CH-9435 Heerbrugg (CH). MTA AUTOMATION AG [CH/CH]; CH-2555 Brugg/Biel (CH). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): REMY DE GRAFFENRIED, Christian [CH/CH]; 17, avenue Edouard Muller, CH-1814 La Tour-de-Peilz (CH).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

(54) Title: METHOD FOR FIXING MINIATURISED COMPONENTS ONTO A BASE PLATE BY SOLDERING

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR LÖTBEFESTIGUNG MINIATURISierter BAUTEILE AUF EINER GRUNDPLATTE

(57) Abstract

The invention relates to a method for fixing an especially modularly mounted, miniaturised component (2) onto a base plate (1) by means of a soldered joint. One side (4) of the component (2) is coated with a layer (5) of soldering material and the base plate (1) is coated at least partially with a layer of metal (6, 6', 6''). The component (2) is positioned above the base plate (1) with the metal layer and the layer of soldering material (5) facing each other without touching, at a vertical distance from each other. Heat energy is then supplied from the side of the base plate (1) in order to melt the soldering material of the soldering material layer (5) on the side (4) of the component (2) until a drop is formed. The component (2) and the base plate (1) are mutually fixed to each other when the drop of soldering material (5') fills the gap between them.



(57) Zusammenfassung

Es ist ein Verfahren zur Befestigung eines insbesondere modular gefaßten, miniaturisierten Bauteils (2) auf einer Grundplatte (1) durch eine Lötverbindung beschrieben. Eine Seite (4) des Bauteils (2) wird mit einer Schicht (5) aus Lötmaterial und die Grundplatte (1) wird zumindest teilweise mit einer Schicht aus Metall (6, 6', 6'') beschichtet. Das Bauteil (2) wird oberhalb der Grundplatte (1) angeordnet, wobei sich die Metallschicht und die Lötmaterialschicht (5) in berührungsfreier, vertikal beabstandeter Gegenüberlage befinden. Dann wird Wärmeenergie von der Seite der Grundplatte (1) zum Schmelzen von Lötmaterial der Lötmaterialschicht (5) auf der Seite (4) des Bauteils (2) bis zu einer Tropfenbildung zugeführt, wodurch der Lötmaterialtropfen (5') den Zwischenraum zwischen dem Bauteil (2) und der Grundplatte (1) zur gegenseitigen Befestigung füllt.

B1

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Verfahren zur Lötbefestigung miniaturisierter Bauteile auf einer Grundplatte

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Befestigung eines insbesondere modular gefaßten, miniaturisierten Bauteils auf einer Grundplatte durch eine Lötverbindung.

5

In der DE-A-195 33 426 ist ein mechanisches Befestigungssystem für modular, bevorzugt in einem Gehäuse, gefaßte, mikrooptische Elemente auf einer Grundplatte zur Herstellung eines optischen bzw. optoelektronischen Layouts beschrieben. Eine Halterung ist mit einer mittigen Plattform ausgebildet, die den Einzelmodul trägt. An der Plattform sind bevorzugt über Scharniere mindestens drei Beine angelenkt, die an der Grundplatte z.B. durch Laserpunktschweißen oder Löten befestigt werden. Dieses bekannte Befestigungssystem erlaubt, optische Bauteile in einem weiten Temperaturbereich schock- und vibrationsstabil zu halten.

10

15

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, Mikrolötungen mit Laserstrahlen durchzuführen, wobei sich die beiden zu verbindenden Teile berühren, vgl. J.L. Jellison et al.: "Microsoldering and microminiature welding with lasers", Microjoining, Sept. 1988, S. 99-107. Die Prüfung von Lötverbindungen von beim Löten gegeneinander gedrückten Anschlußflächen zweier Bauteile bei hoher Packungsdichte ist ein wichtiges Problem. Zur Herstellung der Lötverbindung werden Lötperlen an den Anschlußflächen eines Chip-Bauteils und an den zugeordneten Anschlußflächen eines z.B. Substrats oder einer Grundplatte hergestellt. Die jeweiligen Anschlußflächen werden in Berührungseingriff

20

25

gebracht und bis zum Schmelzen des Lötmaterials erwärmt, vgl. P.A. Burdett et al.: "Inspection technique for flip chip bonded devices", Microjoining, Sept. 1988, S. 39-45 und 47-50. Zur Abrundung des Standes der Technik wird auf Stockham, Microjoining, Sept. 1988, S. 27, Fig. 1 und 2, hingewiesen.

5

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Verbinden zweier Teile durch Löten anzugeben, das eine äußerst genau Positionierung erlaubt.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Erfindungsgegenstands ergeben sich aus den Unteransprüchen.

15 In vorteilhafter Weise ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren eine lötlötmittelfreie und genaue Lötverbindung von insbesondere optischen, optoelektronischen, elektronischen und miniaturisierten, mechanischen Bauteilen auf einer Grundplatte entlang sechs Freiheitsgraden. Insbesondere kann das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhaft einfach ausgeführt werden.

20

Die bei dem erfindungsgemäßen Lötverfahren verwendete Energie wird von einem Energiefluß unterschiedlicher Art, wie einem Laserbündel, UV-
Bestrahlung oder einem magnetischen Feld geliefert, das durch eine Induktanz hoher Frequenz erzeugt wird. In allen Fällen geht der Energiefluß durch die
25 Grundplatte hindurch, um die dünne Lötmaterialsicht zu schmelzen.

Ohne eine Beschränkung vorzunehmen, ist hier dargestellt, auf welche Weise es das neuartige Lötverfahren ermöglicht, optische Elemente auf einer Grundplatte unter Verwendung eines Laserbündels zu befestigen.

30 Die optischen Elemente werden innerhalb eines Gehäuses befestigt, dessen zu verbindende Seite - nachfolgend Basis genannt - mit einem Lötmaterial, wie

Lötzinn oder eine Lötzinnlegierung, beschichtet ist. Die Grundplatte muß eine gute Lichtdurchlässigkeit innerhalb des Wellenlängenbereiches der verwendeten Laserstrahlen aufweisen. Die dem Gehäuse zugewandte Oberfläche der Grundplatte ist bevorzugt - zumindest teilweise - mit einem gitterförmigen Metallmuster beschichtet. Das zu befestigende Gehäuse wird in einem geeigneten Abstand, beispielsweise einige Zehntel Millimeter, oberhalb der Grundplatte ohne mechanische Berührung der Grundplatte gehalten. Wenn der Laserstrahl von unten gegen die Oberfläche der Grundplatte nach oben gerichtet wird, erwärmt ein Anteil seiner Energie das Metallmuster, während der Rest durch die freien Flächen des Musters hindurchgeht, die Basis des Gehäuses erreicht und das auf der Basis vorhandene Lötmaterial zum Schmelzen bringt, wodurch ein Lötmaterialtropfen gebildet wird. Der Tropfen füllt den Zwischenraum zwischen der Grundplatte und der Basis des Gehäuses, wodurch nach der Erstarrung eine feste und gute Lötverbindung erzeugt wird.

Der Erfindungsgegenstand wird nachfolgend anhand von Beispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig.1a - 1c: die Bildung eines Lötmaterialtropfens;

Fig.2: eine perspektivische Ansicht der Anordnung eines Gehäuses mit einer zylinderförmigen Basisfläche auf einer mit einem Muster versehenen Grundplatte;

Fig.3: eine perspektivische Ansicht der Anordnung eines Gehäuses mit einer sphärischen Basisfläche auf einer mit einem Muster versehenen Grundplatte, und

Fig.4a - 4d: eine Lötverbindung unter Verwendung eines großflächigen und eines kleinflächigen Musters auf der Grundplatte.

- Zum besseren Verständnis wird hier beschrieben, wie dieses neue Verfahren erfolgreich verwendet werden kann, um eine Befestigung miniaturisierter optischer Elemente durchzuführen. Diese Technik ist besonders geeignet, mikrooptische Teile entlang von sechs Freiheitsgraden mit hoher Genauigkeit einzustellen und zu befestigen. Des weiteren ermöglicht dieses Verfahren, das lötfußmittelfrei ist, die Gefahr einer Verschmutzung empfindlicher optischer Elemente, wie einer freiliegenden, in dem Gehäuse enthaltenen Laserdiode, zu begrenzen. Gegebenenfalls vorhandenes Lötflußmittel würde, wenn es von dem Laserstrahl erreicht wird, tatsächlich sofort unter starker Rauchbildung verdampfen. Des weiteren verlangt eine Lötflußmitteltechnik stets eine Reinigungsphase, um eine mögliche Oxidierung des Lötmaterials aufgrund von Lötflußmittelabscheidungen zu verhindern. Dies würde im Fall optischer Elemente eine besondere Sorgfalt verlangen.
- Bei dem folgenden Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Lötverfahrens werden zwei getrennte Teile betrachtet, nämlich ein Gehäuse und eine Grundplatte. Das Gehäuse enthält ein optisches Element, das in diesem entweder durch Kleben, oder irgendeine mechanische Wirkung in seiner Lage gehalten ist.
- Unterschiedliche Materialien können verwendet werden, wobei aber auf eine niedrige Wärmeleitfähigkeit geachtet werden sollte, um zu verhindern, daß das optische Element beschädigt wird, wenn der Laserstrahl die Lötmaterialsicht erwärmt. Ein hoher Wärmewiderstand zwischen dem Gehäusekörper und seiner Basis gestattet, die übertragene Energiemenge zu verringern, die notwendig ist, um die dünne Lötmaterialsicht zu schmelzen, da die Wärme in einem begrenzten Bereich lokalisiert bleibt, statt in das Gehäuse bzw. die gesamte Halteeinrichtung zu diffundieren. Diese Eigenschaft kann entweder mit einem Werkstoff erreicht werden, der selbst eine niedrige Wärmeleitfähigkeit aufweist, oder mit einer Isolation zwischen dem Boden bzw. der Basis des Gehäuses oder einer Halteeinrichtung und deren restlichem Teil. Der Wärmewiderstand

kann auch geometrisch erhöht werden, indem beispielsweise Löcher zwischen dem Körper und seiner Basis gebohrt werden, so daß Verbindungsstege mit schlechter Wärmeleitung entstehen.

5 Nachfolgend wird auf die Fig. 1a - 1c und Fig. 2 Bezug genommen.

Fig. 1a zeigt eine Grundplatte 1 und ein oberhalb von ihr angeordnetes Gehäuse 2, das ein Loch 3 für den Durchgang eines Lichtstrahls aufweist. Die Basis 4 des Gehäuses bzw. des Bauteils 2 ist mit einer zylindrischen Fläche ausgebildet, die mit einer Lötmaterialschi-
10 chicht 5 überzogen ist. Die Oberseite der Grundplatte 1 ist teilweise mit einer dünnen Metallschicht 6 in einem Muster beschichtet, wodurch metallfreie Bereiche vorhanden sind, durch die Strahlungsenergie hindurchtreten kann.

In Fig. 1b ist zusätzlich ein Laserstrahl 7 dargestellt, der von der Unterseite der Grundplatte 1 her durch sie hindurchgeht und auf die Metallschicht 6 auf der
15 Oberfläche der Grundplatte 1 und durch die metallfreien Bereiche der Grundplatte hindurch auf die Lötmaterialschi-
2 auftrifft

20 Fig. 1b zeigt den Zustand nach dem lokalen Schmelzen der Lötmaterialschi-
5, wobei eine Verbindung mit der Metallschicht 6 der Grundplatte 1 durch Überbrückung des Zwischenraums zwischen der Metallschicht 6 und der Basis 4 des Gehäuses 2 hergestellt ist.

25 Fig. 2 zeigt in perspektivischer Ansicht die Anordnung des Gehäuses 2 auf der Grundplatte 1. In den Fig. 1a - 1c ist die Metallschicht 6 im Schnitt zu sehen, wodurch die flachige Ausgestaltung nicht erkennbar ist. Man erkennt in Fig. 2, daß das Muster der Metallschicht 6 gleichförmig von kleinen Flächenelementen gebildet ist. Zwischen den Flächenelementen kann Strahlungsenergie zum
30 Schmelzen des Lotmaterials hindurchgehen. Zur Veranschaulichung der

Rotationsmöglichkeiten vor bzw. bei der Befestigung ist in Fig. 2 ein kartesisches Koordinatensystem X, Y, Z dargestellt.

- Betrachtet man die Bildung eines kleinen Flüssigkeitstropfens, beispielsweise einige wenige mm^3 , so kann das Eigengewicht - verglichen mit der Oberflächenspannung - vernachlässigt werden. Aus diesem Grund erhält die Lötmaterialschiicht eine bestimmte Form, die so ausgewählt werden soll, daß sie mit der Oberflächenspannung des Lötmaterials wechselwirkt, um einen dicken Lötmaterialtropfen zu bilden. Die Lötmaterialschiicht muß ein ausreichendes Volumen liefern, um den Zwischenraum zwischen dem Gehäuse und der Grundplatte auszufüllen. Trotz dieser Vorgabe darf das Lötmaterial das Gehäuse nicht behindern, entlang sechs Freiheitsgraden in seiner räumlichen Position eingestellt werden zu können.
- Es wurde eine runde Basis wegen der geometrischen Symmetrie während einer Nick- und Rolleinstellung gewählt. Da eine Drehsymmetrie der Lötverbindung zwischen der Basis des Gehäuses und der Grundplatte vorhanden ist, gestattet diese beständige, mechanische Verbindungseigenschaften der Lötbefestigung in irgendeiner Konfiguration, was für eine gute Wiederholbarkeit des Verfahrens (symmetrische Kräfteverteilung) wichtig ist.

- Eine sphärische Basis, wie sie in Fig. 3 gezeigt ist, stellt die beste Lösung dar. Jedoch wird auf manchen technischen Gebieten keine große, winkelmäßige Positionierungsgenauigkeit entlang aller drei Achsen verlangt, so daß die Verwendung eines Gehäuses, das durch eine zylindrische Basis (vgl. Fig. 1) gekennzeichnet ist, von Vorteil sein kann, da es einfach und mit niedrigen Kosten hergestellt werden kann.

- Die Lötmittelschiicht weist einen niedrigen Schmelzpunkt auf, um die Schmelzwärmemenge zu begrenzen, die von dem Laserstrahl übertragen wird, damit eine Beschädigung des optischen Elements verhindert wird. Das

- verwendete Lötmaterial muß eine angemessene Befeuchtbarkeit des Metallmusters, mit dem die Grundplatte beschichtet ist, ohne die Notwendigkeit der Verwendung irgendeines Lötmaterials sicherstellen. Von dem Lötmaterial wird angenommen, daß es fortwährend an der Grundplatte und der
- 5 Halteeinrichtung anhaftet. Es muß auch solche mechanischen Eigenschaften aufweisen, die eine zeitbeständige, feste Verbindung sicherstellen, um beispielsweise eine Kriechwirkung während der auftretenden Wärmeschwankungen oder -perioden zu vermeiden. Die Lötmaterialschicht muß auch eine flache Oberflächenbasis haben, um die Schattenwirkung
- 10 auszuschließen, die eine runde Lötmaterialbasis in dem Fall beeinflussen würde, wenn der Laserstrahl nicht senkrecht auf die Basis selbst geschickt wird.

- Der Werkstoff, der für die Herstellung der Grundplatte verwendet wird, muß in diesem besonderen Fall durch eine niedrige Laserstrahlabsorption
- 15 gekennzeichnet sein. Er muß auch wirksam Temperaturschocks aushalten, da, wenn der Laserstrahl durch die Grundplatte hindurchgeschickt wird, ein Teil der mitgeführten Energie von einem örtlichen Bereich der Grundplattenbeschichtung absorbiert wird, der infolgedessen einer schnellen Temperaturzunahme ausgesetzt wird. Die Beschichtung ist ein normalerweise gut leitendes Material,
- 20 üblicherweise ein Metall, so daß es auf die Grundplatte eine gewisse Energiemenge überträgt, die eine örtliche und merkliche Temperaturzunahme bewirkt. Bei einer Grundplatte, die geeigneterweise durch eine schlechte Wärmeleitfähigkeit gekennzeichnet ist - beispielsweise Glas, Keramik oder Glaskeramik -, kann sich die Energie nicht entlang der gesamten Grundplatte
- 25 verteilen und bleibt in einem örtlichen Teil der Grundplatte konzentriert, was ohne weiteres dazu führen kann, daß die Grundplatte aufgrund vorliegender Temperaturgradienten bricht. Des weiteren ist es von Bedeutung, daß Temperaturänderungen die gegenseitigen Abstände der Bauteile und gegebenenfalls deren Brennweiten ändern können, so daß es notwendig ist,
- 30 daß das Material der Grundplatte einen niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist. Deshalb ist es notwendig, ein

Grundplattenmaterial zu verwenden, das einen großen Wärmestoßwiderstand aufweist, wie z.B. Pyrex, Robax oder Xerodor.

- Die Grundplatte muß derart geeignet sein, daß sie mit einem dünnen und nicht durchgehenden Metallmuster beschichtet werden kann, das ohne weiteres durch geschmolzenes Lötmaterial befeuchtet wird. Die Musterstruktur kann von einem Gitter aus Flächenelementen oder einer Reihe von sich bevorzugt senkrecht schneidenden Streifen gebildet sein, die ein Gitter oder sonst irgendeine Struktur bilden, die durch einen gleichförmigen Wechsel von Metallbereichen und freien Bereichen gekennzeichnet ist. Die Flächenelemente können eine rechteckige Form, eine quadratische Form, eine runde Form oder irgendeine Form annehmen, die geeignet ist, bei diesem Verfahren verwendet zu werden, und die durch die technische Ausführbarkeit gekennzeichnet ist.
- Beispielsweise können die Grundabmessungen der mit einem Muster versehenen Grundplatte die Musterweite und der Musterzwischenraum sein. Bei einem quadratischen Muster mit senkrecht zueinander verlaufenden, gleichbeabstandeten Metallstreifen gleicher Breite wird als Schrittweite die Summe aus der Streifenbreite plus dem Streifenabstand definiert. Die Weite des Musters ist der Abstand zwischen zwei Streifen. Das Öffnungsverhältnis stellt die Beziehung zwischen dem quadratischen metallisierten und dem nichtmetallisierten Bereich dar.

Es gilt:

$$\text{Öffnungsverhältnis} = (\text{Schrittweite} - \text{Weite})^2 / \text{Schrittweite}^2$$

Entsprechendes gilt im Falle einer Rasteranordnung quadratischer Flächenelemente.

- Die metallisierten Musterbereiche liefern einen wirksamen Befestigungsbereich, während es die metallfreien Bereiche ermöglichen, daß eine ausreichende

Energiemenge durch die Grundplatte hindurchgehen kann, um das Lötmaterial zu schmelzen. Die metallisierten Musterabmessungen und die Struktur können frei - gemäß der technologischen Ausführbarkeit und der Wahrung eines bestimmten Öffnungsverhältnisses - gewählt werden.

5

Die Musterschrittweite sollte wenigstens eine Größenordnung kleiner als die Abmessungen des Gehäuses sein. Dies stellt eine symmetrische und gleichformige Lötverbindungs-Ausgestaltung zwischen der Grundplatte und der Gehäusebasis sicher.

10

In diesem Zusammenhang wird auf die Fig. 4a - 4d verwiesen. In den Fig. 4a und 4c ist die Grundplatte 1 mit einem feinen Metallmuster 6' versehen. Es ist zu erkennen, daß die durch Pfeile dargestellten Kräfte auf das geschmolzene Lotmaterial 5' symmetrisch wirken und zu einer im wesentlichen zentrierten

15

Lotmaterialverbindung führen. Bei einem groben Metallmuster 6", wie es in den Fig. 4b und 4d gezeigt ist, ergibt sich eine asymmetrische Kräfteverteilung, die zu einer außermittigen Lötbefestigung führt.

20

Somit kann eine freie Positionierung des Gehäuses auf der gesamten Oberfläche der Grundplatte erreicht werden und irgendwelche vorbestimmten geometrischen Einschränkungen werden ausgeschlossen. Des weiteren läßt sich das Lötverfahren nach der Erfindung einfach ausführen.

25

Das metallisierte Muster wird üblicherweise von mehreren Schichten gebildet, die sich voneinander in ihrer Dicke und Materialzusammensetzung unterscheiden. Üblicherweise gibt es drei Schichten, wobei es die Aufgabe der ersten Schicht ist, im allgemeinen ein gutes Anhaften an der Oberfläche der Grundplatte sicherzustellen. Die zweite Schicht, die im allgemeinen viel dicker als die erste Schicht ist, stellt das Substratmaterial dar, das mit dem

30

geschmolzenen Lötmaterial wechselwirkt, um die Befestigung durchzuführen. Die dritte Schicht, die normalerweise so dünn wie die erste ist, liefert einen

Schutz gegenüber einer Oxidation durch den Luftsauerstoff. Da das Lötmaterial stets in Richtung zu den erwärmten Bereichen strebt und fließt, ist es sehr wichtig, beide Teile zu erwärmen, um eine feste Verbindung zu erreichen. Das hier dargestellte neue Lötverfahren ermöglicht es, dieses Problem zu
5 überwinden.

Der Laserstrahl wird beim Durchgang durch die Grundplatte geteilt: Ein Teil der Energie geht durch die nicht metallisierten Bereiche der Grundplatte hindurch, während der restliche Teil teilweise von den metallisierten Bereichen absorbiert
10 und teilweise von ihnen reflektiert wird. Die Laserenergiemenge, die durch die Grundplatte hindurchgeht, muß ausreichend sein, um die Lötmaterialschicht auf der Basis des Gehäuses zu schmelzen. Das von den metallisierten Bereichen der Grundplatte absorbierte Licht darf sie durch Überhitzung nicht beschädigen. Das Verhältnis von reflektierter zu absorbierter Strahlungsenergie hängt von den
15 physikalischen Eigenschaften des Materials der Metallmusterschicht ab.

Das Öffnungsverhältnis wird durch die geometrischen Eigenschaften des Musters bestimmt (Schrittweite, Weite).

20 Die Form des Laserflecks, der bei dem Lötverfahren verwendet wird, ist durch die Abmessungen bestimmt, die am besten zu der Gehäusebasis passen, da eine gleichförmige Erwärmung verhindert, daß das Lötmaterial eine asymmetrische Flüssigkeit und Festigkeit erzeugt. Es kann auch ein überdimensionierter Laserfleck verwendet werden, der durch eine Blende
25 begrenzt wird. Die Intensität des Laserflecks muß beschränkt werden, weil sonst ein Teil des Lötmaterials unmittelbar verdampft werden kann. Infolgedessen muß die Erwärmungsdauer so gleichmäßig wie möglich sein und sollte wenigstens einige Sekunden andauern. Die von dem Laserstrahl gelieferte Energiemenge sollte die benötigte Schmelzwärme nicht stark überschreiten, da
30 sonst auf dem geschmolzenen Lötmaterialtropfen eine Oxidschicht erzeugt wird, die unausweichlich die Befeuchtungsfähigkeit des Lötmaterials behindert.

Der Laserfleck sollte zumindest mit seiner Form an die Querschnittsform der zu bestrahlenden Fläche, d.h. der Basis bzw. der Halteeinrichtung, durch Bewegung des Laserkopfes oder durch die Verwendung von Spiegeln oder
5 anderen optischen Strahlbeeinflussungsmitteln angepaßt werden. Wenn der Basisquerschnitt des Gehäuses bzw. der Halteeinrichtung rechteckig ist, wobei eine Seite doppelt so lang wie die andere ist, sollte die Form des Laserstrahlflecks keine Kreisfläche, sondern vielmehr eine Ellipsenfläche aufweisen, damit die gesamte Basisoberfläche einem geringeren Energieverlust
10 als in dem Fall einer Überdeckung mit einem kreisförmigen Laserfleck ausgesetzt wird.

Bei der Verwendung eines nicht kollimierten Laserbündels muß dafür Sorge getragen werden, daß der Laserfleck, der auf das metallisierte Muster projiziert
15 wird, nicht zu klein ist. Wenn der Fleck zu klein ist, besteht die Gefahr, daß das metallisierte Muster durch die zu große Intensität des Laserflecks beschädigt wird. Wenn im Gegensatz dazu der Fleck zu groß ist, besteht andererseits die Gefahr, daß ein angrenzendes und bereits gelötetes Gehäuse beschädigt oder sogar abgelötet wird. Jedoch werden mit einem kollimierten Laserbündel die
20 zwei oben genannten Probleme gelöst. Ferner sind dreidimensionale Ausgestaltungen auch möglich, indem zwei oder mehrere mit Muster versehene Grund- bzw. Glasplatten mit mechanischen Abstandsstücken zwischen ihnen übereinander angeordnet werden. Das Muster auf jeder Grundplatte muß so ausgelegt werden, daß es dem kollimierten Laserbündel möglich ist, die obere
25 Grundplatte an den entsprechenden Stellen zu erreichen.

Eine Schrumpfung des Lötmaterials während der Abkühlungsphase bei der Befestigung ändert unvermeidbar die Gehäuseeinstellung entlang der vertikalen Achse. Die Schrumpfung zeigt eine sehr gute Wiederholbarkeit und kann als
30 Funktion des Zwischenraums zwischen der Grundplatte und der Gehäusebasis kalibriert werden. Eine Lösung, diese vertikale Schrumpfung zu überwinden, ist,

sie selbsttätig auszugleichen, bevor das Lötverfahren beginnt, d.h. zum Beispiel, die Größe der Schrumpfung bei der Konstruktion bereits zu berücksichtigen.

Die seitliche und die Winkelgenauigkeit werden durch die

- 5 Lötmaterialschrumpfung wegen der sphärischen oder zylindrischen Symmetrie der Gehäusebasis und des sehr feinen Musters nicht geändert, das auf der Grundplatte abgeschieden ist, das - verglichen mit der Abmessung des Gehäuses - nahezu kontinuierlich ist.
- 10 Das erfindungsgemäße Lötverfahren weist eine Befestigungsgenauigkeit im Bereich von $0,1 \mu\text{m}$ in allen sechs räumlichen Freiheitsgraden und eine Winkelgenauigkeit von $0,1 \text{ mrad}$ auf. Das Verfahren ist besonders zur Befestigung kleiner, optischer Bauteile geeignet, da das Genauigkeitsmaß entlang den sechs Freiheitsgraden mit anderen Techniken, wie z.B. einer
- 15 passiven Ausrichtung (Silicium V-Nut), nicht erreicht werden kann.

Eine aktive Einstellung der optischen Elemente ermöglicht eine Positionierungsgenauigkeit von weniger als $1 \mu\text{m}$. Dies wird erreichbar, da die Positionierung jedes Bauteils in Bezug relativ zu der optischen Achse des

20 vorhergehenden Bauteils erfolgt, das bereits auf der Grundplatte befestigt worden ist. Somit sind die Bearbeitungsgenauigkeit des Gehäuses und die Befestigungsgenauigkeit von jedem optischen Bauteil in ihm nicht kritisch, da große mechanische Toleranzen ohne weiteres während des aktiven Zusammenbaus der nachfolgenden Bauteile ausgeglichen werden können.

25

Das Verfahren ist besonders zur Verwendung in automatischen Montagestationen geeignet, da alle erforderlichen Aufgaben durch Roboter ausgeführt werden können, die mit einigen Positionierungssensoren versehen sind. Jedes Bauteil wird in dem Raum durch einen Roboter entlang den sechs

30 Freiheitsgraden positioniert und festgelegt.

Die hier beschriebene TREMO-SMD-Technik ist ähnlich der bekannten optischen SMD-Technik (DE-A1-195 33 426), die die Philosophie des flexiblen und aktiven Zusammenbaus von optischen Bauteilen mit hoher Genauigkeit und entlang sechs Freiheitsgraden betrifft. Aufgrund ihrer miniaturisierten

5 Abmessungen ist die neue TREMO-SMD-Technik geeignet, in anderen Bereichen als die O-SMD-Technik verwendet zu werden. Die Haupteigenschaften der TREMO-SMD-Technik sind:

- sie ist für dreidimensionale Ausgestaltungen geeignet;
- 10 - sie ist zur Befestigung sehr kleiner optischer Elemente geeignet (Abmessungen in der Größenordnung von 1 mm);
- es besteht keine Gefahr einer Dampf- oder Teilchenverunreinigung empfindlicher optischer Elemente (freiliegende Laserdiode);
- die Befestigungsgenauigkeit ist hoch ($\pm 0,1 \mu\text{m}$);
- 15 - die Einstellung von jedem Bauteil - keine mechanische Berührung zwischen der Gehäusebasis und der Grundplatte und keine mechanische Kraft vor der Befestigung, keine Anhaft- und Rutschwirkung - ist möglich;
- der Befestigungsvorgang kann im allgemeinen ohne Beeinträchtigung durch die Energiezufuhr - die Befestigungsenergie wird von unterhalb der
- 20 Grundplatte geliefert - erfolgen;
- die Grundplatte weist eine gute Maßstabilität auf - Glas oder Keramik mit kleinem, linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten;
- es sind eine einfache Gehäusekonstruktion und eine leichte Miniaturisierung möglich.

25

Diese neue Befestigungstechnik kann auch im Fall eines dreidimensionalen Zusammenbaus verwendet werden. Hierzu werden die Bauteile auf den Grundplatten angeordnet werden, die sich auf unterschiedlichen Höhen befinden, und die große Laserstrahldurchlässigkeit wird ausgenutzt, damit der

30 Laserstrahl durch die verschiedenen Grundplatten hindurchgeht, bevor das in Betracht gezogene Bauteil auf einer höheren Grundplatte erreicht wird.

Grundsätzlich kann erfindungsgemäß auch die Metallmusterschicht auf der Grundplatte mit einer Schicht aus einem Lötmaterial beschichtet werden.

Hierdurch kann der Lötvorgang erleichtert werden. Die Energiezufuhr zu der

- 5 Metallschicht ist entsprechend vorzunehmen, insbesondere ist gegebenenfalls deren Strahlungsabsorption zu erhöhen, z.B. dadurch, daß die Beaufschlagungsseite dunkler gemacht wird.

Bezugszeichenliste

	1	Grundplatte
	2	Bauteil (Gehäuse)
	3	Loch
5	4	Basis von (2)
	5	Lötmaterialschiht
	5'	(geschmolzenes) Lötmaterial
	6	(dünne) Metallschiht
	6'	Metallmuster
10	6"	(grobes) Metallmuster
	7	Laserstrahl

Patentansprüche

1. Verfahren zur Befestigung eines insbesondere modular gefaßten, miniaturisierten Bauteils auf einer Grundplatte durch eine Lötverbindung, **dadurch gekennzeichnet, daß**
 - 5 (a) eine Seite (4) eines Bauteils (2) mit einer Schicht (5) aus Lötmaterial beschichtet wird;
 - (b) die Grundplatte (1) zumindest teilweise mit einer Schicht aus Metall (6) beschichtet wird;
 - 10 (c) das Bauteil (2) oberhalb der Grundplatte (1) angeordnet wird, wobei sich die Metallschicht (6) und die Lötmaterialschiicht (5) in berührungsfreier, vertikal beabstandeter Gegenüberlage befinden; und
 - 15 (d) Wärmeenergie von der Seite der Grundplatte (1) zum Schmelzen von Lötmaterial der Lötmaterialschiicht (5) auf der Seite (4) des Bauteils bis zu einer Tropfenbildung zugeführt wird, wodurch der Lötmaterialtropfen (5') den Zwischenraum zwischen dem Bauteil (2)
 - 20 und der Grundplatte (1) zur gegenseitigen Befestigung füllt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Metallschicht (6) auf der Grundplatte (1) in einem Muster (6' bzw. 6'') angeordnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Muster (6', 6'') der Metallschicht regelmäßig ausgebildet ist.
4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß
5 das Muster (6', 6'') der Metallschicht unregelmäßig ausgebildet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß
das Muster (6', 6'') der Metallschicht als Gittermuster oder in der Form
eines regelmäßigen Musters von einzelnen Flächenelementen (6)
10 ausgebildet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß
für die mit Lotmaterial beschichtete Seite (4) des Bauteils (2) eine nach
außen gewölbte Seite verwendet wird.
15
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die mit
Lotmaterial beschichtete Seite (4) des Bauteils (2) eine nach außen
sphärisch gewölbte Seite verwendet wird.
- 20 8. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die mit
Lotmaterial beschichtete Seite (4) des Bauteils (2) eine nach außen
zylindrisch gewölbte Seite verwendet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß
25 für die mit Lotmaterial beschichtete Seite (4) des Bauteils (2) eine ebene
Seite verwendet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur
Schmelzerwärmung des Lötmaterials ein Strahlenbündel
30 elektromagnetischer Wellen durch die Grundplatte (1) hindurch auf die
Lötmaterialschicht (5) des Bauteils (2) gerichtet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Strahlenbündel ein Laserlichtbündel (7) oder UV-Lichtbündel ist.
- 5 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Strahlenbündel im Beaufschlagungsbereich ein elliptischer Querschnitt verliehen wird.
- 10 13. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß man zur Schmelzerwärmung des Lötmaterials einen elektrischen HF-Strom durch die Metallschicht (6, 6', 6'') der Grundplatte (1) fließen läßt, wodurch durch Induktionserwärmung eine Tropfenbildung von Lötmaterial an der mit Lötmaterial beschichteten Seite (4) des Bauteils (2) hervorgerufen wird.
- 15 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Grundplatte (1) als eine mehrschichtige Verbundplatte hergestellt wird.
- 20 15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Grundplatte (1) aus einem für elektromagnetische Wellen durchlässigen Material hergestellt wird.
- 25 16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß oberhalb einer weiteren mit einer Metallschicht versehenen Grundplatte ein weiteres mit einer Lötmaterialsicht versehenes, an der weiteren Grundplatte zu befestigendes Bauteil angeordnet wird, wobei sich die Metallschicht und die Lötmaterialsicht in berührungsfreier, vertikal beabstandeter Gegenüberlage befinden, und
- 30 daß die weitere Grundplatte oberhalb der Grundplatte (1) angeordnet wird und ein Strahlenbündel elektromagnetischer Wellen durch beide

Grundplatten hindurch auf die Lötmaterialschiht des weiteren Bauteils zu deren Schmelzerwärmung gerichtet wird, um einen Lötmaterialtropfen (5') zur Befestigung an der weiteren Grundplatte zu bilden.

1/2

Fig.1

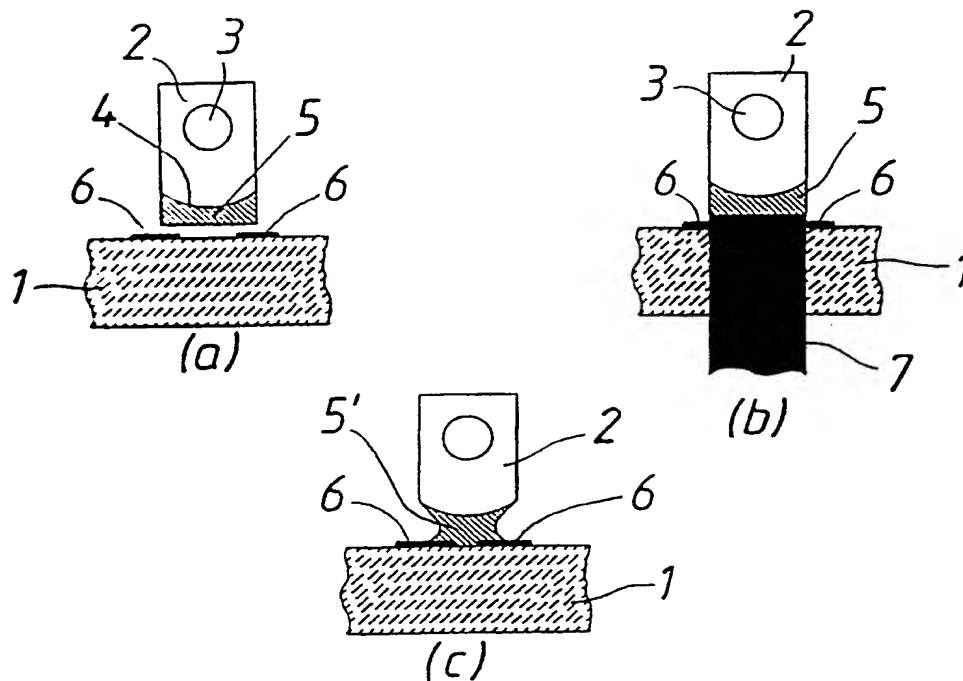
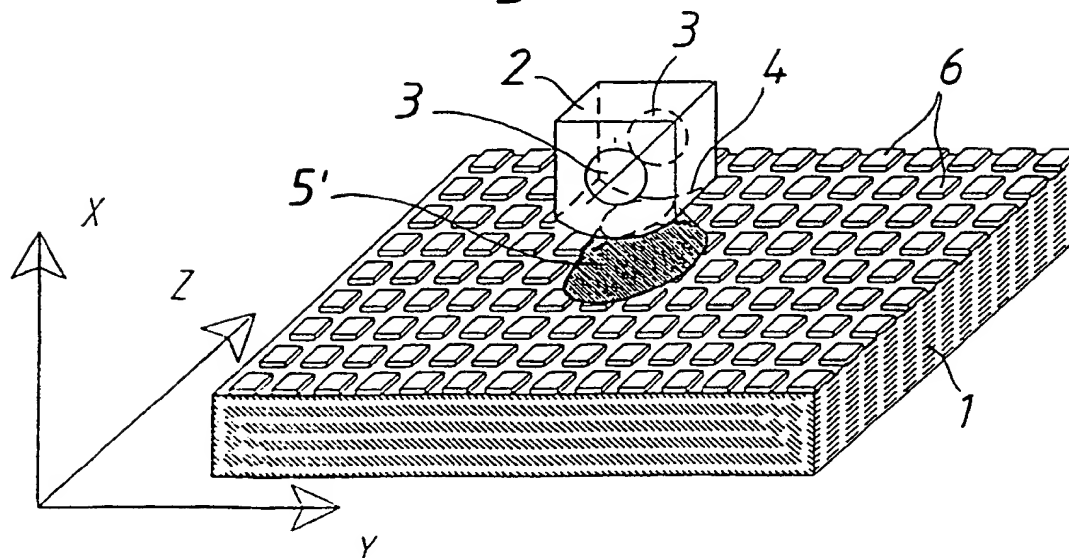


Fig.2



2/2

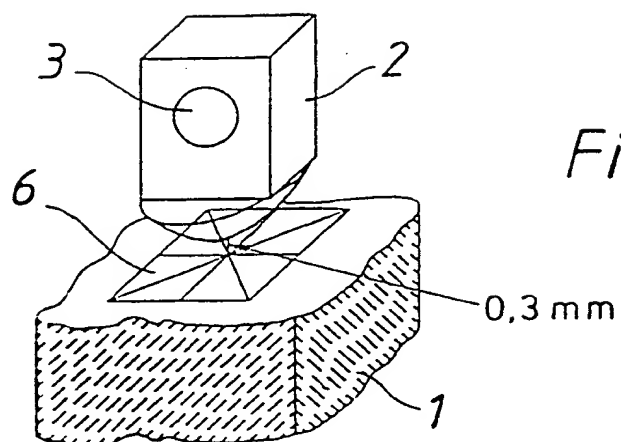
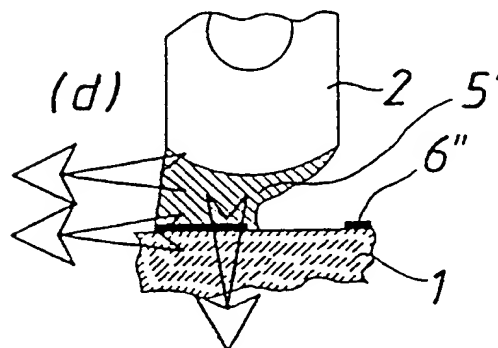
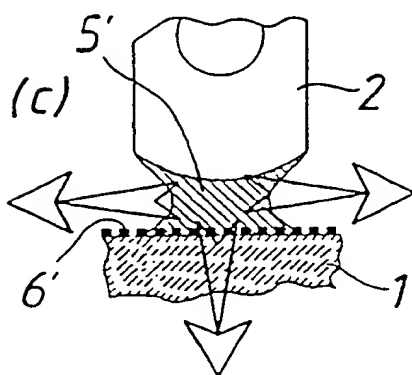
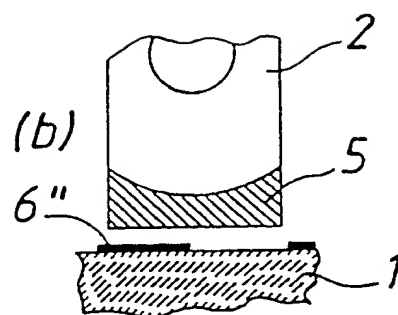
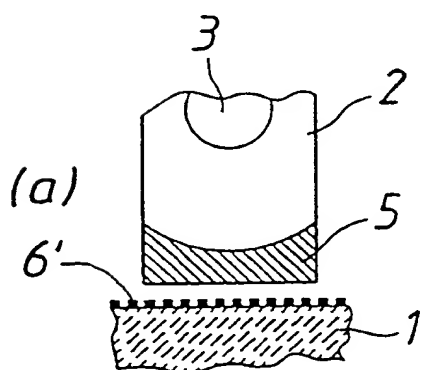


Fig. 3

Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No

PCT/EP 98/07432

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B23K1/005

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B23K H05K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 577 589 A (ALS APPLIKATIONEN FUER LASERSY) 5 January 1994 see column 8, line 52 - line 56 see column 7, line 23 - line 35 see column 8, line 32 - line 33 see figures 1,2 ---	1-16
A	US 3 764 772 A (MATUSCHEK M) 9 October 1973 see column 3, line 52 - column 4, line 31; figure 1 -----	1-16



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 February 1999

Date of mailing of the international search report

15/02/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pricolo, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/07432

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0577589 A	05-01-1994	AT 398177 B	25-10-1994
		AT 136392 A	15-02-1994
		AT 149898 T	15-03-1997
		DE 59305703 D	17-04-1997
<hr/>			
US 3764772 A	09-10-1973	DE 2105513 A	09-11-1972
		FR 2124472 A	22-09-1972
		GB 1324348 A	25-07-1973
		NL 7200194 A	08-08-1972
<hr/>			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/07432

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 B23K1/005

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B23K H05K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 577 589 A (ALS APPLIKATIONEN FUER LASERSY) 5. Januar 1994 siehe Spalte 8, Zeile 52 - Zeile 56 siehe Spalte 7, Zeile 23 - Zeile 35 siehe Spalte 8, Zeile 32 - Zeile 33 siehe Abbildungen 1,2 ---	1-16
A	US 3 764 772 A (MATUSCHEK M) 9. Oktober 1973 siehe Spalte 3, Zeile 52 - Spalte 4, Zeile 31; Abbildung 1 -----	1-16

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Februar 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15/02/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Pricolo, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

nationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/07432

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0577589	A	05-01-1994	AT	398177 B	25-10-1994
			AT	136392 A	15-02-1994
			AT	149898 T	15-03-1997
			DE	59305703 D	17-04-1997

US 3764772	A	09-10-1973	DE	2105513 A	09-11-1972
			FR	2124472 A	22-09-1972
			GB	1324348 A	25-07-1973
			NL	7200194 A	08-08-1972
